

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

Jc957 U.S. PTO  
09/594479  
06/14/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 6月15日

願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第168968号

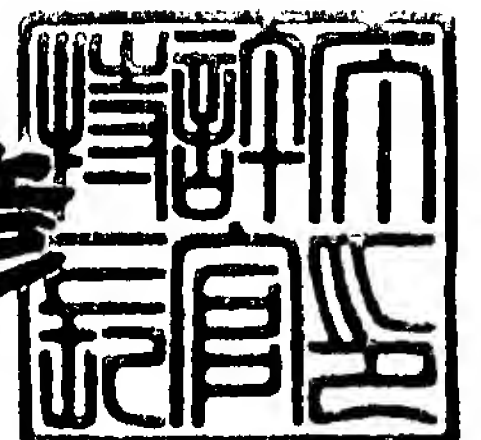
願 人  
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2000年 4月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3027015

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP982165

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ  
ン山梨株式会社内

    【氏名】 大槻 林

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ  
ン山梨株式会社内

    【氏名】 松田 司

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ  
ン株式会社総合研究所内

    【氏名】 池田 恭子

【特許出願人】

    【識別番号】 000219967

    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

    【代表者】 東 哲郎

【代理人】

    【識別番号】 100090125

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 049906

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

特平 1 1 — 1 6 8 9 6 8

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理体に対して所定の処理を施す処理ユニットと、この処理ユニットの処理容器内の雰囲気気圧を真空ポンプにより排気する排気系と、排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測手段とを有する処理装置において、前記パーティクル計測手段を、前記排気系の内の、前記処理容器の排気口と前記真空ポンプとを連絡する排気管に設けるように構成したことを特徴とする処理装置。

【請求項 2】 前記パーティクル計測手段は、前記排気管の断面中心点と、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸とを結ぶ線分に沿うように前記排気管内にレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とよりなることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 3】 前記散乱光検出部の中心は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点に向けられるように設定されていることを特徴とする請求項 2 記載の処理装置。

【請求項 4】 前記パーティクル検出手段は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点を通過するようにレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とよりなることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 5】 前記オフセットされる所定の距離の最大値は、前記排気管の半径の 0.75 倍であることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハに対して成膜処理等を施す処理装置に係り、特に、この処理装置のパーティクル計測技術に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

一般に、半導体集積回路の製造工程においては、被処理体である半導体ウエハに対して、成膜処理、酸化拡散処理、エッチング処理、スパッタ処理、アニール処理等の各種の処理が施される。例えば成膜処理においては、ウエハ表面に絶縁層や絶縁膜としては $\text{SiO}_2$ （シリコン酸化膜）、 $\text{SiN}$ （シリコンナイトライド）等の薄膜が堆積され、配線パターンや凹部の埋め込みには $\text{W}$ （タングステン）、 $\text{WSi}$ （タングステンシリサイド）、 $\text{Ti}$ （チタン）、 $\text{TiN}$ （チタンナイトライド）、 $\text{TiSi}$ （チタンシリサイド）等の薄膜が堆積される。

処理装置で各種の処理を行なう場合、歩留り低下の原因となるパーティクルの発生は極力避けなければならず、そのため、一般的には処理装置には処理容器内のパーティクル発生状況をリアルタイムでモニタするため、或いは処理容器のクリーニングのタイミング時期を知るため等の理由よりパーティクル計測手段が設けられる。とりわけ、成膜処理装置にあっては、処理容器の内壁や処理容器内の部品表面に付着する不要な膜が剥がれるなどしてパーティクルが発生し易いので、パーティクルの量をモニタすることは重要である。

## 【0003】

ここでパーティクル計測手段を有する従来の処理装置について図11を参照して説明する。略円筒体状の処理容器2の内部には、その上に半導体ウエハWを載置するための載置台4が設けられており、この下方の容器底部には石英ガラス製の透過窓6が設けられている。そして、この透過窓6の下方には、回転台8上に設けた複数の加熱ランプ10が配置されており、この加熱ランプ10からの熱線を透過窓6に透過させて載置台4及びウエハWを加熱するようになっている。また、この載置台4に対向する容器天井部には、処理容器2内へ成膜ガス等の処理ガスを導入するシャワーヘッド部12が設けられている。

また、処理容器2の底部周辺部には、略均等な間隔で配置された4つの排気口

1 4（図示例では 2 つのみ記す）が設けられており、この各排気口 1 4 には下方へ延びる排気管 1 6 が接続されている。

【0 0 0 4】

上記各排気管 1 6 の下端は、内部に圧力調整弁 1 8 を収容した大口径の集合管 2 0 に連絡されている。この集合管 2 0 の出口側には、真空ポンプ 2 2 が設けられており、この真空ポンプ 2 2 の出口側に比較的径が大きい主排気管 2 4 が接続されて、処理容器 2 内の雰囲気気を真空引きできるようになっている。そして、この主排気管 2 4 に、排気ガス中に含まれるパーティクル数をカウントするためのパーティクル計測手段 2 6 が設けられる。図 1 2 はこのパーティクル計測手段 2 6 を設けた部分の主排気管 2 4 の断面を示す図である。図 1 2 に示すようにこのパーティクル計測手段 2 6 は、レーザ光 L を発射するレーザ光照射部 2 8 と、レーザ光 L がパーティクル P に当たることによって発生した散乱光 S L を検出する散乱光検出部 3 0 とを備えており、また、レーザ光 L の照射方向にはこれを吸収するストッパ部材 3 2 が設けられている。

このようにして、レーザ光照射部 2 8 からレーザ光 L を主排気管 2 4 の中心部方向に照射し、このレーザ光 L がパーティクル P に当たった時に発生する散乱光 S L を散乱光検出部 3 0 で検出することにより、排気ガス中のパーティクル数をカウントするようになっている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のように、真空ポンプ 2 2 の下流側である主排気管 2 4 にパーティクル計測手段 2 6 を設けると、処理容器 2 からパーティクル計測手段 2 6 までの距離が長いために、この間の配管の壁や真空ポンプの羽根、壁等に付着した異物などが不定期的に剥がれてパーティクルになるため、処理容器 2 内におけるパーティクルの状態を正確に測定できないという問題があった。また、真空ポンプ 2 2 の下流側部分における排気ガス自体が渦巻いており、そのため同一パーティクルが複数回カウントされてしまう場合もあった。このように、本来的には処理容器 2 内の実際のパーティクル数とパーティクル計測手段 2 6 の計測によるカウント数とは、強い相関関係があるべきであるが、両者の相関関係は非常に低く

、上述したようなパーティクル計測手段では処理容器 2 内のパーティクル発生状況を正確に認識することが困難である、という問題があった。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、処理容器内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることができる処理装置を提供することにある。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に規定する発明は、被処理体に対して所定の処理を施す処理ユニットと、この処理ユニットの処理容器内の雰囲気気を真空ポンプにより排気する排気系と、排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測手段とを有する処理装置において、前記パーティクル計測手段を、前記排気系の内の、前記処理容器の排気口と前記真空ポンプとを連絡する排気管に設けるように構成したものである。

これにより、処理容器とパーティクル測定手段との間に余計な配管等が含まれなくなるので、正確なパーティクル計測が可能となり、処理容器内の実際のパーティクル量とパーティクル計測手段の計測値との相関関係を高くすることができる。

#### 【 0 0 0 7 】

請求項 2 に規定するように、例えば前記パーティクル計測手段は、前記排気管の断面中心点と、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸とを結ぶ線分に沿うように前記排気管内にレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とにより構成される。これによれば、パーティクルの密度が高い部分にレーザ光を照射できるので、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。

請求項 3 に規定するように、例えば前記散乱光検出部の中心は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点に向けられるように設定されている。これによれば、パーティクルの密度の高い部分に散乱光検出部の中心



を向けることができるので、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。

【0008】

請求項4に規定するように、例えば前記パーティクル検出手段は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理容器の中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点を通過するようにレーザー光を照射するレーザー光照射部と、前記レーザー光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とにより構成される。これによれば、パーティクルの密度の高い部分にレーザー光を照射できるので、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。

請求項5に規定するように、例えば前記オフセットされる所定の距離の最大値は、前記排気管の半径の0.75倍とするのがよい。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明に係る処理装置の一例を示す構成図、図2は処理容器内の透過窓と排気口との位置関係を示す平面図、図3はパーティクル計測手段の取り付け状態を示す図、図4は処理容器内のパーティクル数とパーティクル計測手段で計測したパーティクル数との相関関係を示すグラフである。ここでは処理装置として、半導体ウエハに対して成膜処理を施す成膜処理装置を例にとって説明する。

この成膜処理装置40は、半導体ウエハWに対して所定の処理として成膜処理を施す処理ユニット42と、この処理ユニット42内の雰囲気为例えば真空排気する排気系44と、この排気系44を流れる排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測手段46とにより主に構成されている。

【0010】

上記処理ユニット42は、例えばアルミニウム等により円筒状或いは箱状に成形された処理容器48を有しており、この処理容器48内には、処理容器底部より起立させた円筒状のリフレクタ50上に、被処理体としての半導体ウエハWを載置するための載置台52が設けられている。このリフレクタ50は、熱線反射性の材料、例えばA1により構成されており、また、載置台52は、厚さ1mm



程度の例えばカーボン素材、A 1 Nなどのアルミ化合物等により構成されている。

#### 【 0 0 1 1 】

この載置台 5 2 の下方には、複数本、例えば 3 本のリフトピン 5 4（図示例では 2 本のみ記す）が上方へ起立させて設けられており、図示しない押し上げ棒を上下動させることにより、上記リフトピン 5 4 を載置台 5 2 に貫通させて設けたリフトピン穴 5 8 に挿通させてウエハ W を持ち上げ得るようになっている。上記載置台 5 2 の周縁部には、ウエハ表面に堆積する膜の面内均一性を保証するリング状のシールドリング 6 0 が設けられている。

#### 【 0 0 1 2 】

また、載置台 5 2 の直下の処理容器底部には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓 6 2 が気密に設けられており、この下方には、透過窓 6 2 を囲むように箱状の加熱室 6 4 が設けられている。この加熱室 6 4 内には加熱手段として複数個の加熱ランプ 6 6 が反射鏡も兼ねる回転台 6 8 に取り付けられており、この回転台 6 8 は、回転軸を介して加熱室 6 4 の底部に設けた回転モータ 7 0 により回転される。従って、この加熱ランプ 6 6 より放出された熱線は、透過窓 6 2 を透過して載置台 5 2 の下面を照射してこれを加熱し得るようになっている。尚、加熱手段として加熱ランプ 6 6 に替えて、載置台 5 2 に抵抗加熱ヒータを埋め込むようにして設けるようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 3 】

一方、上記載置台 5 2 と対向する処理容器天井部には、成膜ガス等の処理ガスを処理容器 4 8 内へ導入するためのシャワーヘッド部 7 2 が設けられている。このシャワーヘッド部 7 2 は、例えばアルミニウム等により円形箱状に成形されたヘッド本体 7 4 を有し、この天井部にはガス導入口 7 6 が設けられている。

上記ヘッド本体 7 4 の下部には、ヘッド本体 7 4 内へ供給されたガスを処理空間 S へ放出するための多数のガス噴射孔 7 8 が面内の略全体に配置されており、ウエハ表面に亘ってガスを放出するようになっている。

#### 【 0 0 1 4 】

また、上記載置台 5 2 の外周側には、多数の整流孔 8 0 を有するリング状の整

流板 8 2 が、上下方向に環状に成形された支持コラム 8 4 により支持させて設けられている。この整流板 8 2 の下方の底部には複数の排気口 8 6 が設けられる。図 2 にも示すように、ここでは上記排気口 8 6 は、底部周辺部に沿って略均等な間隙で配置されて 4 つ設けられており、各排気口 8 6 にはフランジ 8 8 が形成されている。そして、この排気口 8 6 に前記排気系 4 4 が接続される。すなわち、上記各フランジ 8 8 には、排気系 4 4 の一部を構成する排気管 9 0 の上端が気密に接続されて、各排気管 9 0 は下方向へ垂直に延びている。そして、各排気管 9 0 の下端部は、処理容器 4 8 の中心を上下方向に通る中心軸 9 2 が位置する方向へ略直角に屈曲されて、それぞれの下端は比較的直径が大きい集合管 9 4 に接続され、各排気管 9 0 で個別に真空吸引してきた容器内の雰囲気気をここで集合させるようになっている。この集合管 9 4 には、処理容器 4 8 内の圧力を調整するために例えばバタフライ弁よりなる圧力調整弁 9 6 が設けられている。更に、この集合管 9 4 の下流端には、真空ポンプ 9 8 が接続され、この真空ポンプ 9 8 の出口側には、比較的直径が大きい主排気管 1 0 0 が接続されて、真空ポンプ 9 8 で真空引きされた容器内の雰囲気気をこの主排気管 1 0 0 により系外へ排出するようになっている。

#### 【 0 0 1 5 】

そして、上記 4 つの排気管 9 0 の内の 1 本或いは複数本の途中にそれぞれ、前記パーティクル計測手段 4 6 が設けられる。図 1 中では、1 本の排気管 9 0 にパーティクル計測手段 4 6 を設けた場合を示している。このパーティクル計測手段 4 6 の設置位置は、排気管 9 0 の垂直方向の長さ H 1 を例えば 4 3 0 m m とした場合、排気口 8 6 からパーティクル計測手段 4 6 までの距離 H 2 が例えば略 1 3 0 m m 程度の所に設定されている。図 3 にも示すように、上記パーティクル計測手段 4 6 は、非常に細いビーム状のレーザー光 L を照射するレーザー素子よりなるレーザー光照射部 1 0 2 を有しており、このレーザー光照射部 1 0 2 は、これより照射されるレーザー光 L が容器中心軸 9 2 とこの排気管 9 0 の中心軸 9 1 (図 1 参照) の断面中心点 O を結ぶ線分に沿うように管壁に設けられている。図示例ではこのレーザー光照射部 1 0 2 から照射されたレーザー光 L は断面中心点 O を通過して容器中心軸 9 2 の位置する方向に向かっているが、逆方向にレーザー光 L を照射するよ

うにしてもよい。そして、上記断面中心点Oを中心としてこのレーザ光照射部 1 0 2 の反対側の管壁には、照射されたレーザ光Lを吸収するストッパ部材 1 0 4 が設けられており、レーザ光Lを吸収してレーザ光Lが排気管 9 0 内へ例えば乱反射しないようになっている。

#### 【 0 0 1 6 】

そして、上記レーザ光Lの照射方向に対して略直交する方向の管壁には例えば受光素子等よりなる散乱光検出部 1 0 6 が設けられており、排気ガス中に含まれるパーティクルPにレーザ光Lが照射されることにより発生する散乱光SLを受光し得るようになっている。特に、ここでは上記散乱光検出部 1 0 6 の中心は、上記断面中心点Oよりも、容器中心軸 9 2 が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離H3だけずらしてオフセットされた点 1 0 8 (この点は後述するようにパーティクル密度が略最も高くなる点) に向けられている。この場合、散乱光検出部 1 0 6 の指向性はある程度の開き角 $\theta$ を有しているが、上述のように、オフセット配置することにより、後述するようにパーティクルの密度が略最も高い領域に対して散乱光検出部 1 0 6 の中心を臨ませることになる。このオフセットされる所定の距離H3の最大値は、プロセス条件にもよるが後述するように排気管 9 0 の半径の0.75倍程度であり、従って、散乱光検出部 1 0 6 の中心を、断面中心点Oから距離H3で示される点 1 0 8 までの範囲内の領域の一点に向けるように設定することになる。ここでは、例えば8インチウエハを処理する処理容器 4 8 内の直径が440mm程度、排気管 4 6 の内径H4を40mm程度とすると、オフセットされる距離H3は10mm程度に設定される。

#### 【 0 0 1 7 】

次に、上記処理装置を用いて行なわれる成膜処理について説明する。

まず、処理容器 4 8 の側壁に設けたゲートバルブGを開いて搬送アームにより処理容器 4 8 内にウエハWを搬入し、リフトピン 5 4 を押し上げることによりウエハWをリフトピン 5 4 側に受け渡す。そして、リフトピン 5 4 を、下げることによって降下させ、ウエハWを載置台 5 2 上に載置する。

#### 【 0 0 1 8 】

次に、図示しない処理ガス源から処理ガスとしてWF<sub>6</sub> (原料ガス), SiH

$2\text{Cl}_2$ 、 $\text{Ar}$ 等の成膜ガスをシャワーヘッド部 7 2 へ所定量ずつ供給して混合し、これをヘッド本体 7 4 の下面のガス噴射孔 7 8 から処理容器 4 8 内へ略均等に供給する。これと同時に、各排気口 8 6 から内部雰囲気気を排気系 4 4 側へ吸引排気することにより処理容器 4 8 内を所定の真空度に設定し、且つ載置台 5 2 の下方に位置する加熱ランプ 6 6 を回転させなが駆動し、熱エネルギーを放射する。放射された熱線は、透過窓 6 2 を透過した後、載置台 5 2 の裏面を照射してこれを加熱し、この上に載置してあるウエハ W を迅速に所定の温度まで加熱維持する。供給された混合ガスは所定の化学反応を生じ、成膜条件に応じて例えばタンゲステンシリサイドがウエハ表面に堆積し、形成されることになる。

## 【0 0 1 9】

また、各排気口 8 6 を介して排出された処理容器 4 8 内の雰囲気気は、各排気管 9 0 内を流下して集合管 9 4 内で全て合流し、更に、圧力調整弁 9 6 で圧力調整されながら真空ポンプ 9 8 を通過して、主排気管 1 0 0 より系外へ排出される。ここで、排気ガス中に含まれるパーティクルの量は、パーティクル計測手段 4 6 により計測されることになるが、本実施例では、このパーティクル計測手段 4 6 は、真空ポンプ 9 8 よりも上流側の排気管 9 0 に設けてあることから、処理容器 4 8 とパーティクル計測手段 4 6 の取り付け位置との間のガス流路距離が短くなるため、余分なパーティクルを検出することなく、図 3 に示すようにレーザ光 L がパーティクル P に照射されることによって発生する散乱光 S L を散乱光検出部 1 0 6 によって正確に捉えることができる。

## 【0 0 2 0】

従って、処理容器 4 8 内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることができる。また、排気管 9 0 内を流れる排気ガス中のパーティクルは、ガス中に均等に分散するのではなく、処理容器 4 8 の中心軸 9 2 から遠ざかる方向に偏在する傾向にある。この理由は、シャワーヘッド部 7 2 より処理容器 4 8 内に供給された成膜ガスは、下方へ流下しつつそのまま容器周辺部に拡散して各排気口 8 6 へ吸引されて排気管 9 0 を流下することになるが、パーティクルには拡散方向、すなわち処理容器 4 8 の半径方向外方へ向かう慣性力がそのまま作用しているからであると思われる。従って、排気管 9 0 中を流下する

排気ガス中のパーティクルは、図 3 中において排気管 9 0 の断面中心点 O よりも下方（中心軸 9 2 よりも遠ざかる方向）に偏在することとなり、パーティクル密度が最も高い点は、断面中心点 O よりも図 3 中では下方へ所定の距離 H 3 程度オフセットされた点に位置することになる。

#### 【 0 0 2 1 】

しかるに、本実施例では、レーザ光照射部 1 0 2 から照射されたレーザ光 L は、パーティクルが最も集まる傾向にある領域を通して、しかも、パーティクル密度が最も高くなる点 1 0 8 を通って照射されており、更に、散乱光検出部 1 0 6 の中心は、パーティクル密度が最も高くなる点 1 0 8 に向けられているので、密集したパーティクルに対して効率的にレーザ光 L を照射することができ、しかも、発生した散乱光 S L を効率的に検出することができる。従って、処理容器 4 8 内の実際のパーティクル量と更に高い相関関係でパーティクル数を検出することが可能となる。この場合、散乱光検出部 1 0 6 の指向性はある程度の開き角  $\theta$  を有しているので、散乱光検出部 1 0 6 の中心を、点 1 0 8 から外れた点、例えば断面中心点 O に向けても高い相関関係でパーティクル数を検出することができる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 は処理容器内の実際のパーティクル数と上述したパーティクル計測手段により計測したパーティクル数との相関関係を示すグラフである。ここでは測定可能なパーティクルの径は  $0.2 \mu\text{m}$  以上であり、処理容器内のパーティクル数は、処理容器内に設置したモニタウエハ表面のパーティクル数を計測することにより求めた。また、プロセス圧力は  $0.7 \text{ Torr}$  である。このグラフから明らかなように、両者の相関係数  $R^2$  は  $0.6894$  であり、かなり高い値を得ることができる事が判明した。

ここで排気管 9 0 内を流れる排気ガス中のパーティクルの分布についてシミュレーションを行なったので、その結果について説明する。

#### 【 0 0 2 3 】

図 5 はこのシミュレーションを行なった時の処理容器内と排気管のモデルを示す図であり、図中においてシャワーヘッド部 7 2 から噴射した成膜ガスがウエハ



Wの表面に当たってその周囲に拡散し、排気口 8 6 を介して排気管 9 0 内を流下して行く。ここでは、排気管 9 0 の長さ H 1 を 4 0 c m とし、その下端よりも距離 H 5 が 3 0 c m の位置の断面のパーティクル分布を見ている。また、排気管 9 0 の内径は 4 0 m m である。図 6 はプロセス圧力が 0 . 7 T o r r 、プロセス温度が 5 2 0 ℃ の時のパーティクル分布を示し、図 7 はプロセス圧力が 4 . 5 T o r r 、プロセス温度が 5 8 0 ℃ の時のパーティクル分布を示している。ここではプロセスガスとして共に  $W F_6$ 、 $S i H_2 C l_2$ 、 $A r$  を流している。尚、各図において容器中心軸 9 2 が位置する方向は、上方に設定されている。

## 【 0 0 2 4 】

図 6 に示すようにプロセス圧力が 0 . 7 T o r r の場合には、パーティクルは容器中心軸 9 2 の位置する方向に対して反対方向（図中、下方）に比較的多く集まっており、特に、排気管の断面中心点 O よりも下方、すなわち容器中心軸 9 2 よりも遠ざかる方向に位置している。この傾向は、パーティクルの粒径が 0 . 2  $\mu m$ （図 6（A））、0 . 5  $\mu m$ （図 6（B））及び 1 . 0  $\mu m$ （図 6（C））の場合も同じである。この時、断面中心点 O とパーティクル密度が最高となる点 1 1 0 との間の距離は、略 1 0 m m 程度である。

また、図 7 に示すようにプロセス圧力が 4 . 5 T o r r の場合にもパーティクルは容器中心軸 9 2 の位置する方向に対して反対方向（図中、下方）に比較的多く集まっており、特に、排気管の断面中心点 O よりも下方、すなわち容器中心軸 9 2 よりも遠ざかる方向に位置している。この傾向は、パーティクルの粒径が 0 . 2  $\mu m$ （図 7（A））、0 . 5  $\mu m$ （図 7（B））及び 1 . 0  $\mu m$ （図 7（C））の場合も同じである。この時、断面中心点 O とパーティクル密度が最高となる点 1 1 2 との間の距離は、略 1 5 m m 程度である。

## 【 0 0 2 5 】

すなわち、パーティクル密度の中心点は、図 6 に示す場合よりも、図中、僅かに下方へ移行している。尚、上記各シミュレーションは、 $W S i_2$ 、 $C$ 、 $A l$  の各パーティクル材料について行なったが略同じような分布を示した。

このように、プロセス条件にもよるが、排気管 9 0 の断面中心点 O と、これよりも図中下方へ最大 1 5 m m 程度離れた点で挟まれる領域内にパーティクル高密



度領域が存在し、その領域内に散乱光検出部 1 0 6（図 3 参照）の中心を向けるようにすれば、散乱光を効率的に検出できる。ここで上記最大距離 1 5 m m は、排気管 9 0 の直径を 4 0 m m（半径は 2 0 m m）とすると、その半径の 0. 7 5 倍に相当するものである。

#### 【 0 0 2 6 】

尚、上記実施例では、レーザ光照射部 1 0 2 から放射されるレーザ光 L は、排気管 9 0 の断面中心点 O を通って容器中心軸 9 2 の方向へ向かうように設定されたが、これに限定されず、レーザ光 L がパーティクル密度が高くなる領域を通過するように設定すればレーザ光 L はどのような方向でもよい。例えば図 8 に示すように、レーザ光照射部 1 0 2 を、排気管 9 0 の断面中心点 O よりも、容器中心軸 9 2 が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離 H 6 だけオフセットした点 1 1 4 をレーザ光 L が通過するようにレーザ光照射部 1 0 2 を設ける。ここでは、レーザ光 L の照射方向は、断面中心点 O から容器中心軸 9 2 に向かう方向に対して略直交する方向に沿っている。そして、散乱光検出部 1 0 6 は、上記レーザ光 L の照射方向に対して略直交する方向に設置されており、また、その中心は上記パーティクル密度が高い点 1 1 4 に向けている。尚、前述のように、オフセットの距離 H 6 はゼロからその最大値は排気管の半径の 0. 7 5 倍であり、ここでは例えば距離 H 6 は 1 2 m m 程度に設定されている。

#### 【 0 0 2 7 】

また、レーザ光 L の照射方向は、断面中心点 O と点 1 1 4 との間の領域を通るならば、その方向は特に限定されず、例えば図 9 に示すように図 8 に示す方向に対して斜め方向からレーザ光 L を照射するようにしてもよい。ここで図 8 に示す装置例に基づいてパーティクル数測定の評価を行なったので、その結果を図 1 0 を参照して説明する。図 1 0（A）は図 8 に示す装置例においてパーティクル密度の高い部分にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフであり、図 1 0（B）は図 8 に示す装置例においてパーティクル密度の低い部分、具体的には排気管 9 0 の断面中心 O を通る矢印 X 2 に示す方向にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフである。

ここでは共に直径が 0. 2 3  $\mu$  m 以上のパーティクルについて測定している。

図 1 0 (A) に示すように本発明の装置例でパーティクル密度の高い部分にレーザ光を通した時には、相関関係  $R^2$  は 0. 7 8 6 4 となって非常に高い良好な値を示しているのに対して、図 1 0 (B) に示すようにパーティクル密度の低い部分にレーザ光を通した時には相関関係  $R^2$  は 0. 0 0 3 1 となって非常に低い値を示しており、特に、パーティクル密度の高い部分にレーザ光を通した場合には相関係数を大幅に改善できることが判明した。

#### 【0 0 2 8】

尚、ここではランプ加熱式の成膜装置を例にとって説明したが、これに限定されず、抵抗加熱式やプラズマを用いた成膜装置、或いは成膜装置以外の酸化拡散、エッチング、アニール等の各種の処理装置にも、本発明を適用できるのは勿論である。また、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用できる。

#### 【0 0 2 9】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項 1 に規定する発明はによれば、パーティクル計測手段を真空ポンプよりも上流側の排気管に設けるようにしたので、処理容器とパーティクル計測手段との間のガス流路距離が非常に短くなり、従って、従来装置とは異なって配管の壁や真空ポンプの羽根、壁等から剥がれ落ちる異物を計測することがなくなり、処理容器内の実際のパーティクル数とパーティクル計測手段の計測値との相関関係を高くすることができる。

また、請求項 2 に規定するように、レーザ光の照射方向を、排気管の断面中心点と容器中心軸とを結ぶ方向に沿うように設定すれば、パーティクルの密度の高い部分にレーザ光を照射することができるのでパーティクル量を正確に捉えることができ、上記相関関係を一層高くすることができる。

また、請求項 3 に規定するように、散乱光検出部の中心を、排気管の断面中心点よりも所定の距離だけ特定の方向にオフセットさせて設けることにより、パーティクルの密度の高い部分に散乱光検出部の中心を向けることができ、上記相関

関係を一層高めることができる。

また、請求項 4 に規定するように、排気管の断面中心点よりも所定の距離だけ特定の方向にオフセットした位置にレーザ光を通過するようにすれば、パーティクル密度の高い部分にレーザ光を照射できるので、上記相関関係を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る処理装置の一例を示す構成図である。

【図 2】

処理容器内の透過窓と排気口との位置関係を示す平面図である。

【図 3】

パーティクル計測手段の取り付け状態を示す図である。

【図 4】

処理容器内のパーティクル数とパーティクル計測手段で計測したパーティクル数との相関関係を示すグラフである。

【図 5】

シミュレーションを行なった時の処理容器内と排気管のモデルを示す図である。

【図 6】

プロセス圧力が 0. 7 T o r r、プロセス温度が 5 2 0 ℃の時のパーティクル分布を示す図である。

【図 7】

プロセス圧力が 4. 5 T o r r、プロセス温度が 5 8 0 ℃の時のパーティクル分布を示す図である。

【図 8】

本発明装置においてパーティクル計測手段の取り付け態様の変形例を示す図である。

【図 9】

本発明装置においてパーティクル計測手段の取り付け態様の他の変形例を示す

図である。

【図 1 0】

図 8 に示す装置例に基づいてパーティクル数測定の評価を行なったときの結果を示す図である。

【図 1 1】

パーティクル計測手段を有する従来の処理装置を示す図である。

【符号の説明】

4 0 成膜処理装置（処理装置）

4 2 処理ユニット

4 4 排気系

4 6 パーティクル計測手段

4 8 処理容器

8 6 排気口

9 0 排気管

9 2 中心軸

9 4 集合管

9 8 真空ポンプ

1 0 0 主排気管

1 0 2 レーザ光照射部

1 0 4 ストッパ部材

1 0 6 散乱光検出部

L レーザ光

O 断面中心点

P パーティクル

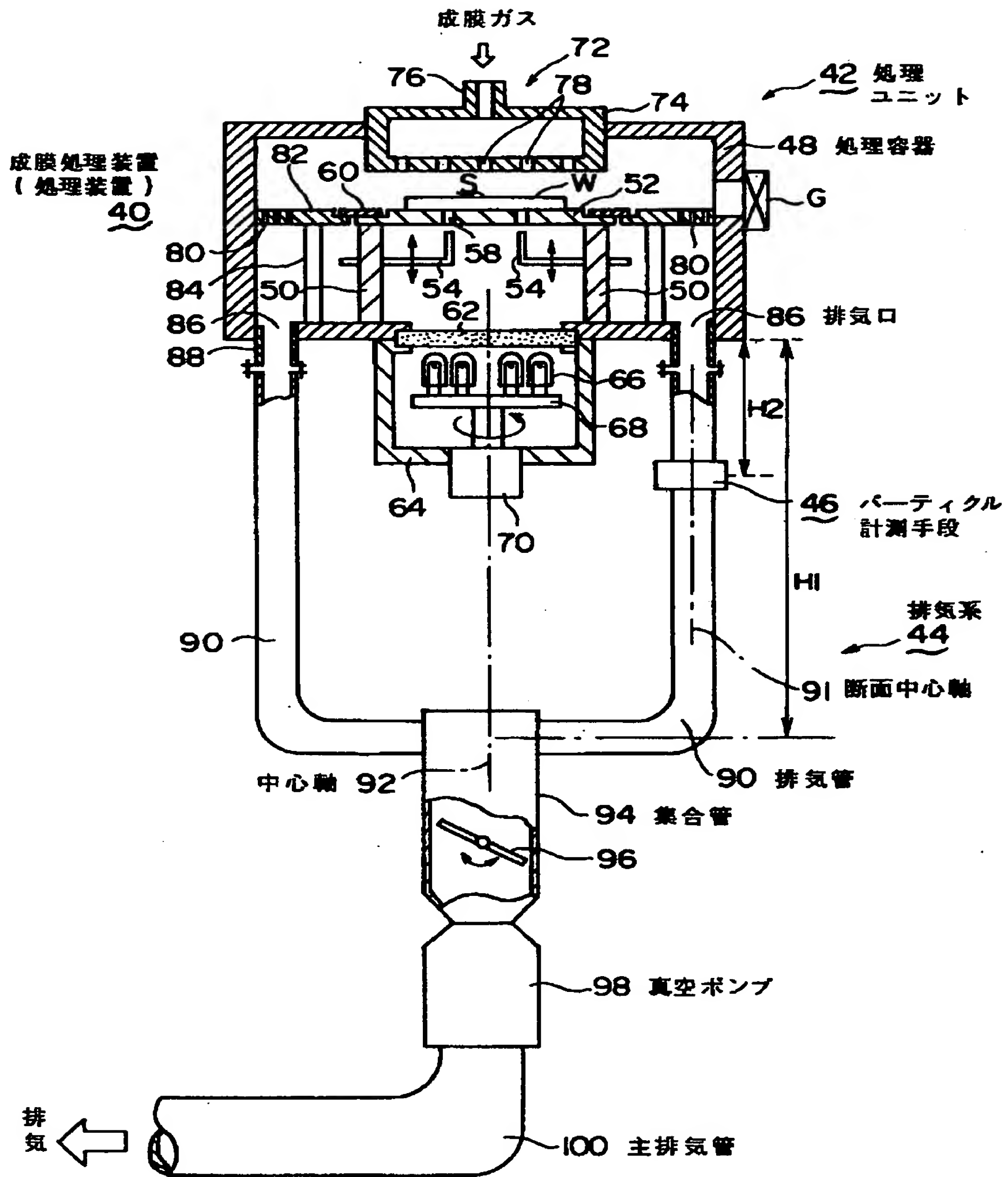
S L 散乱光

W 半導体ウエハ（被処理体）

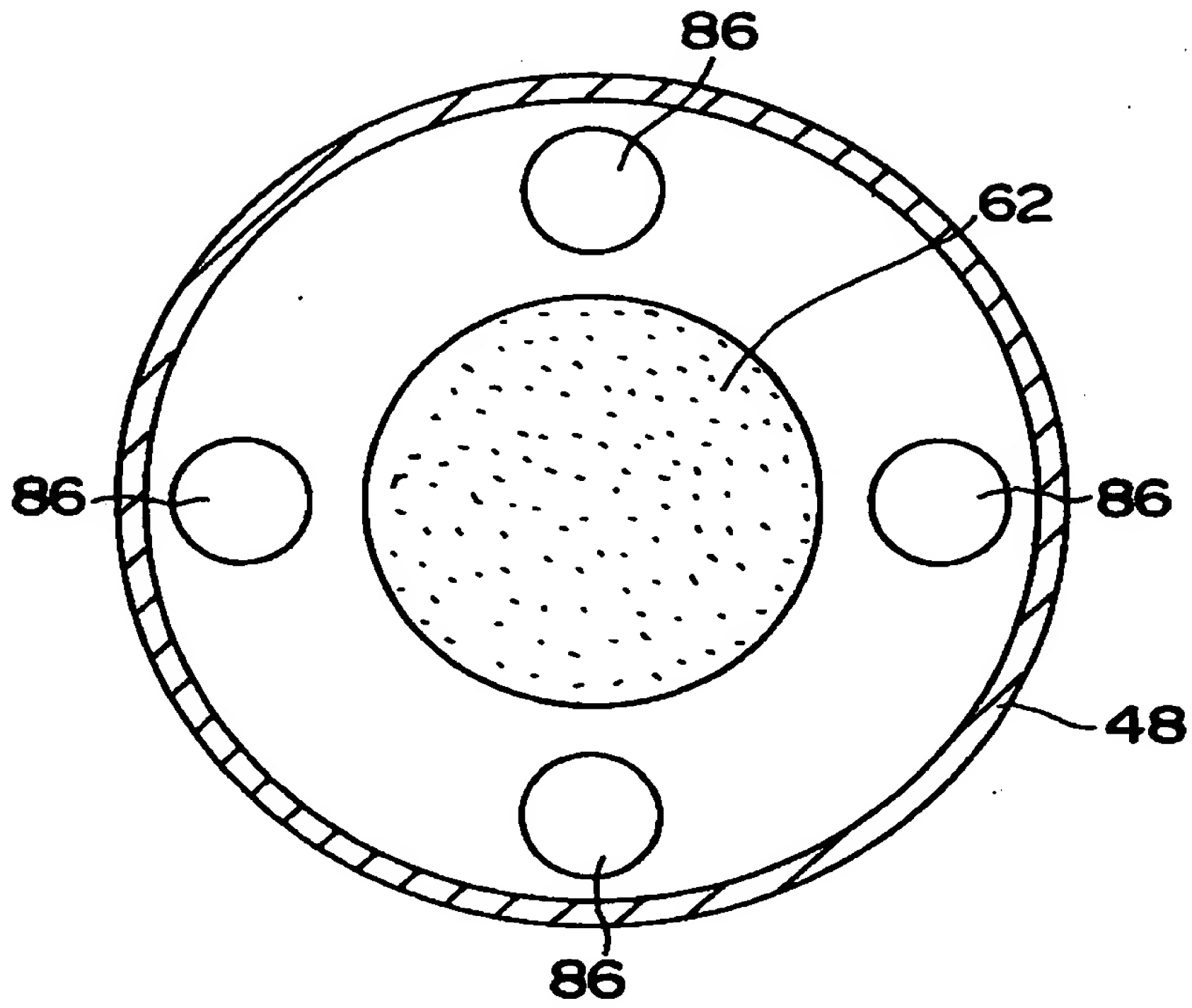
【書類名】

図面

【図 1】

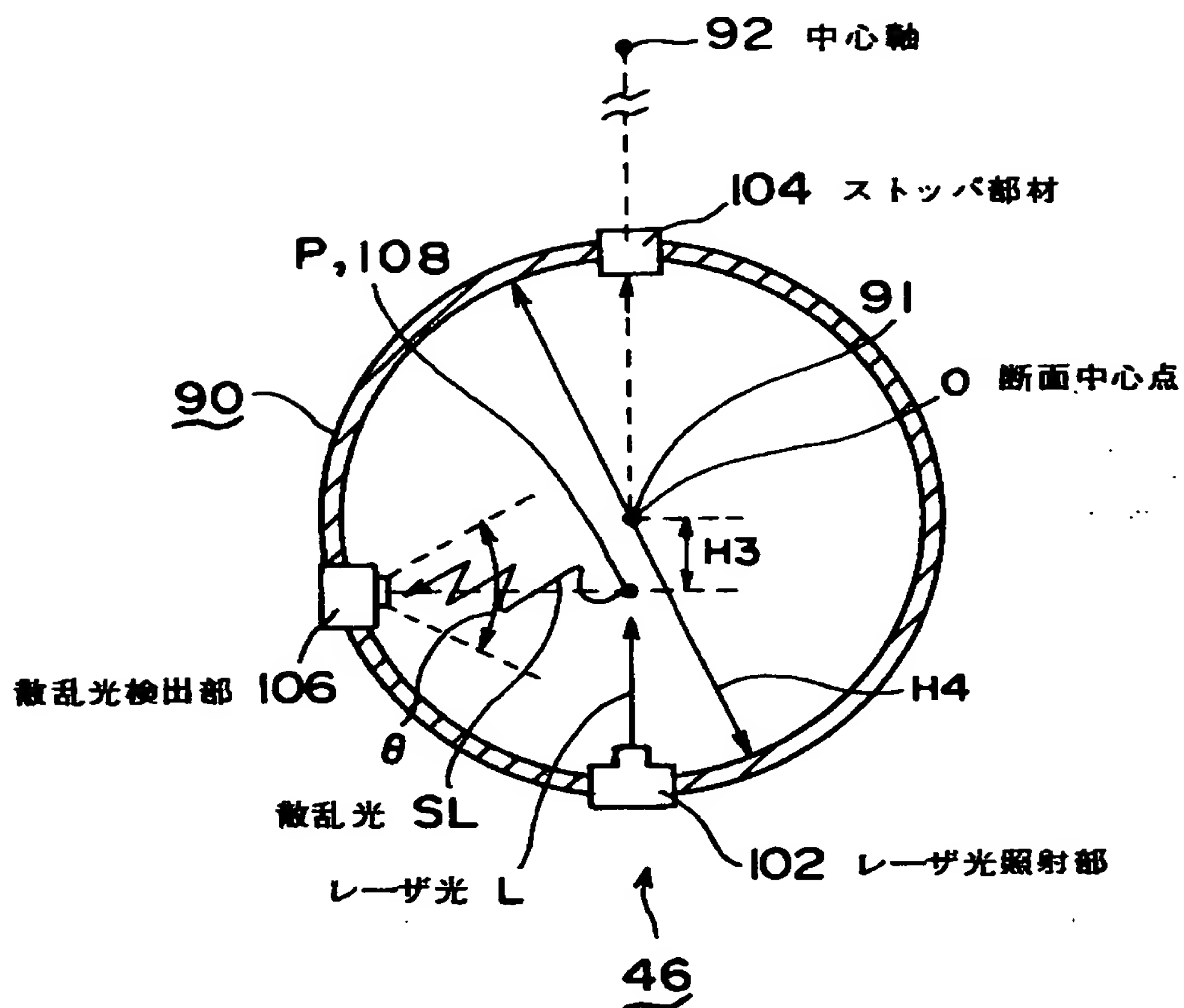


【图 2】

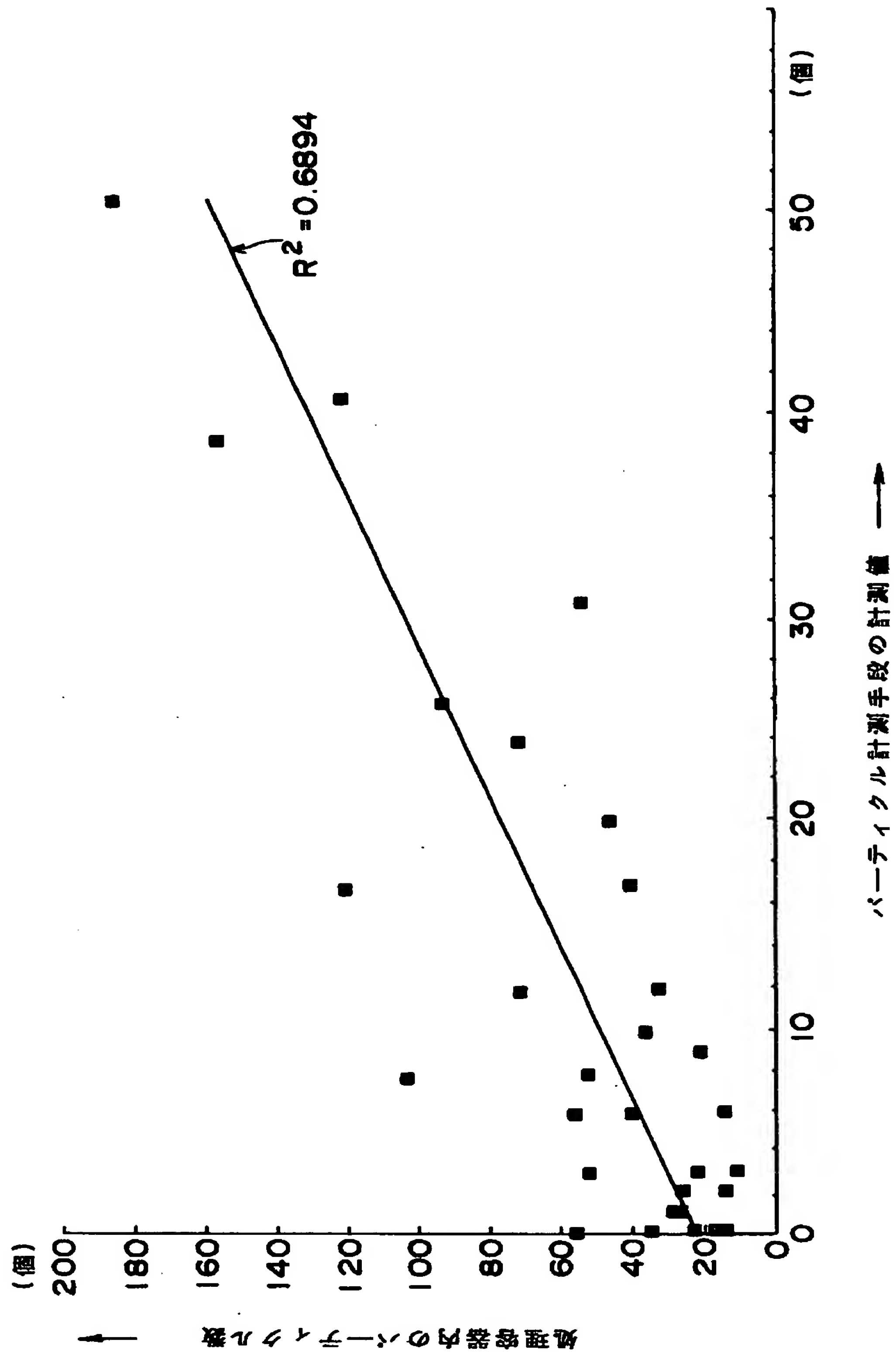




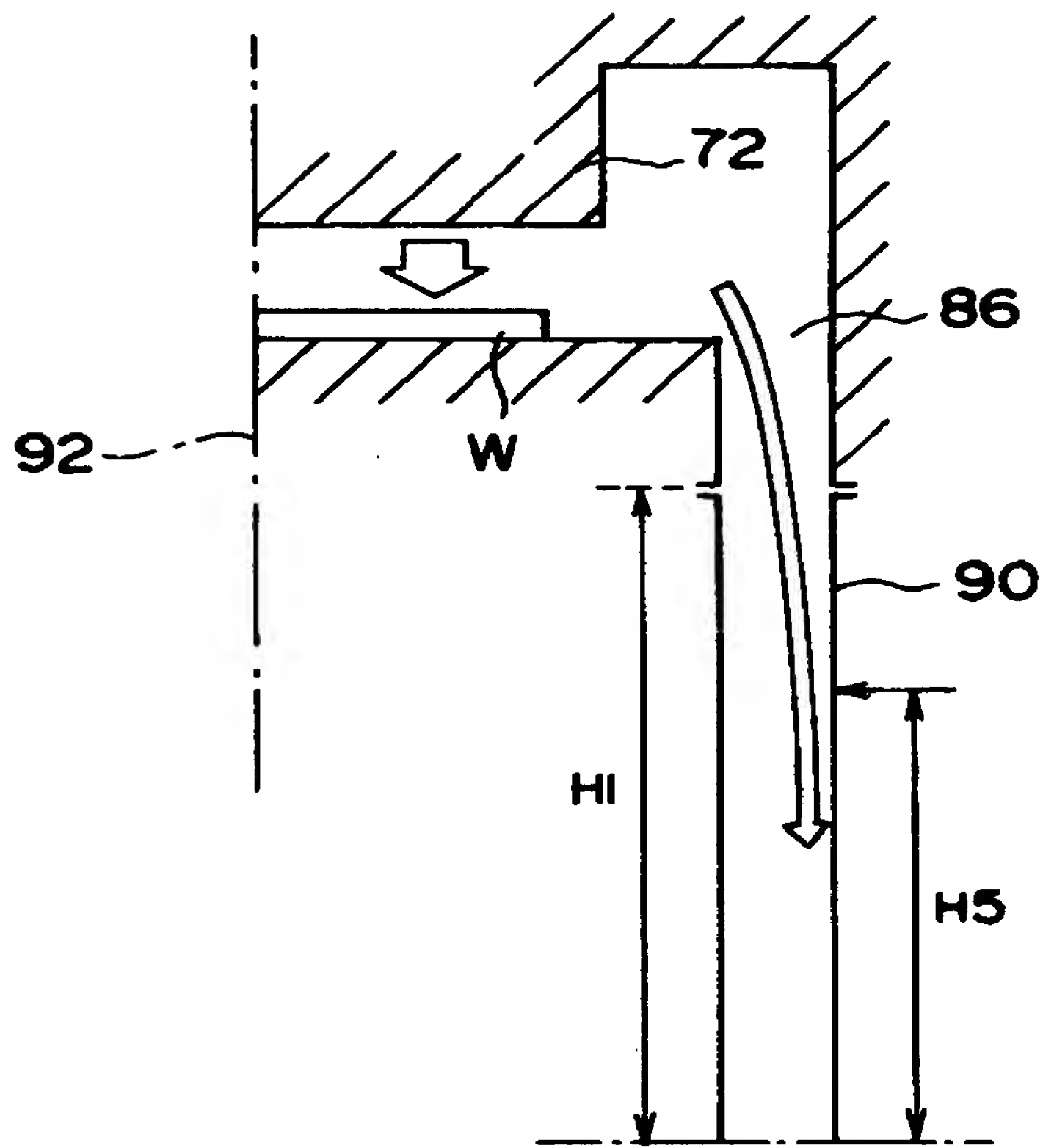
【図 3】



【図 4】

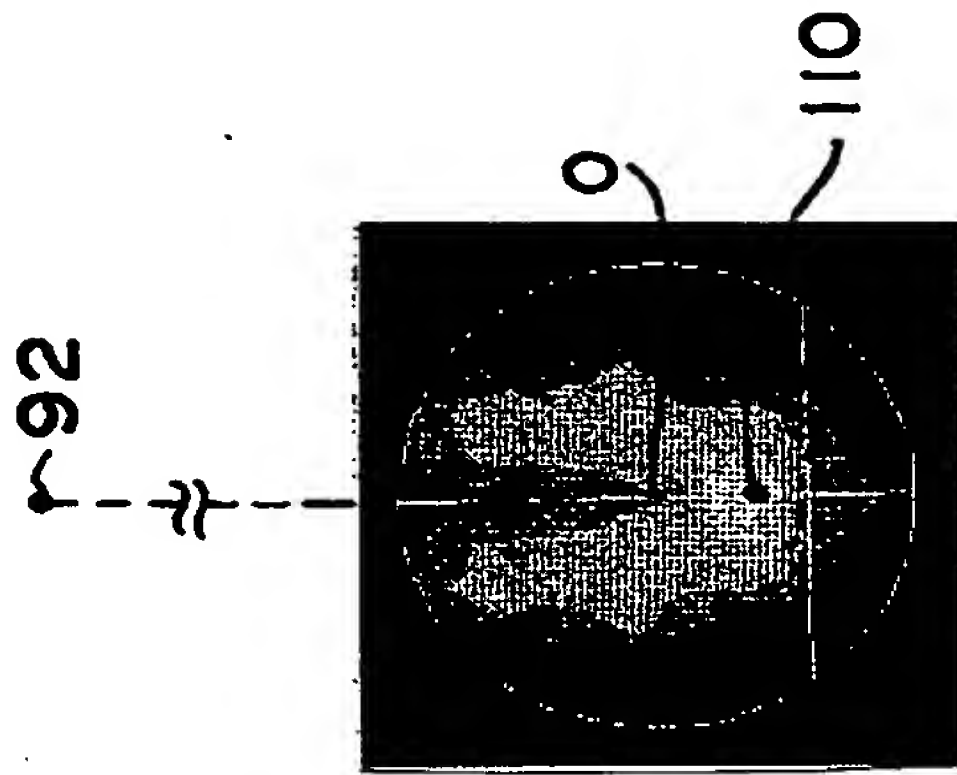


【图 5】



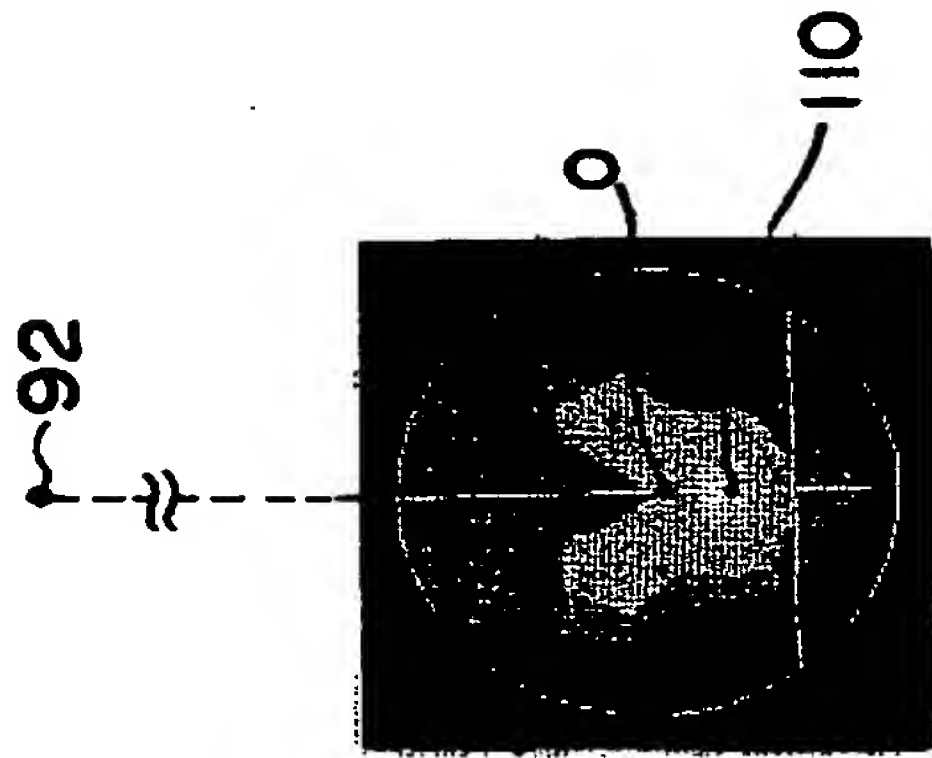
【図 6】

<0.7 Torr>



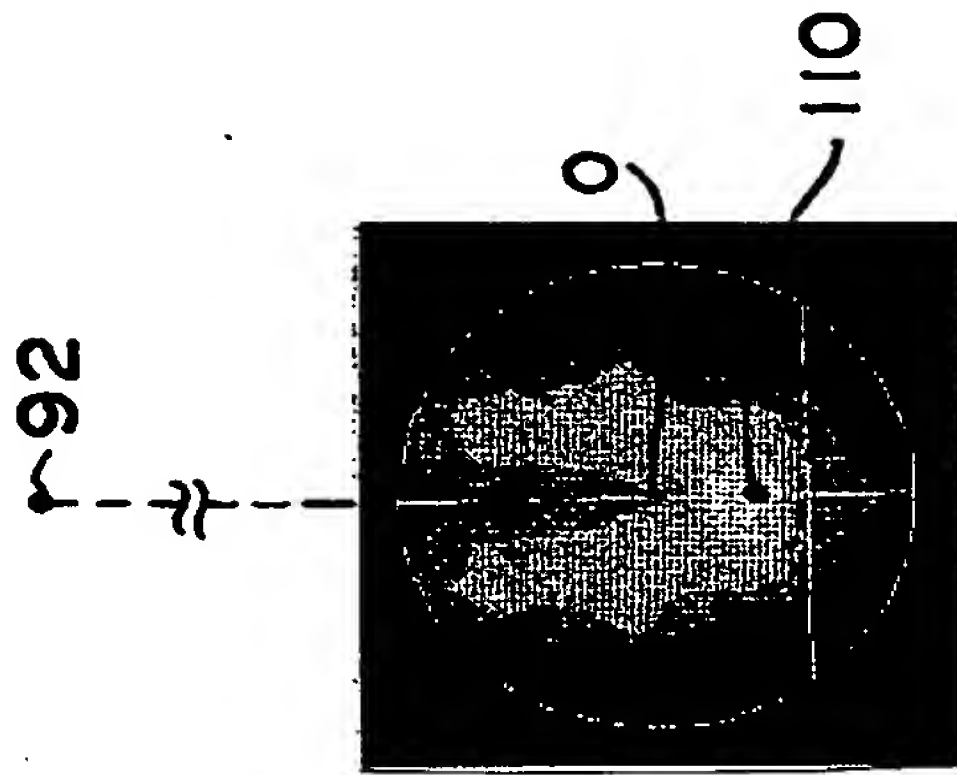
0.2 μm

(A)



0.5 μm

(B)

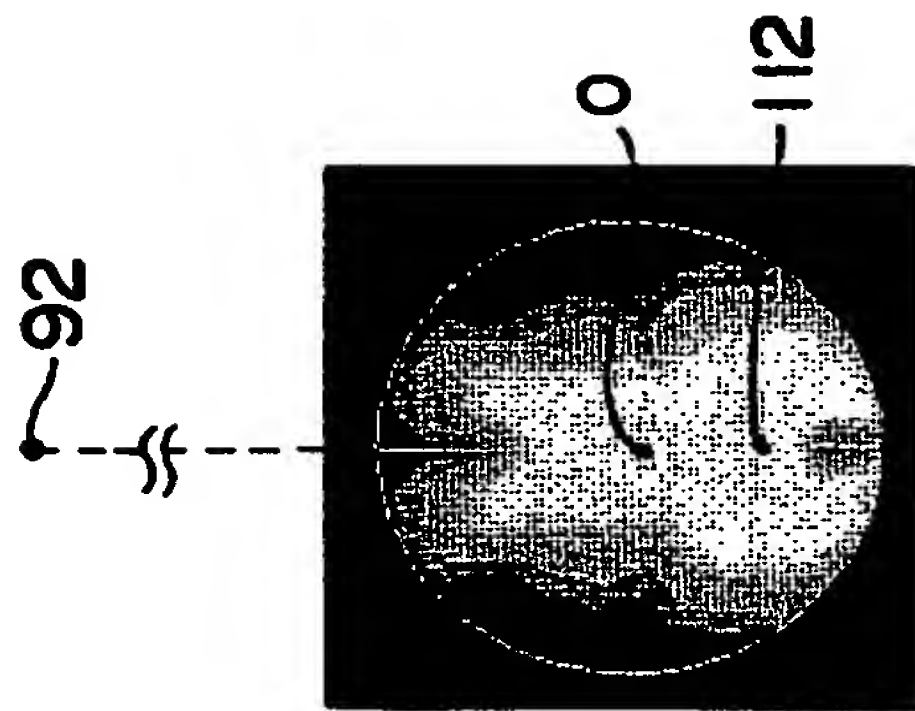


1.0 μm

(C)

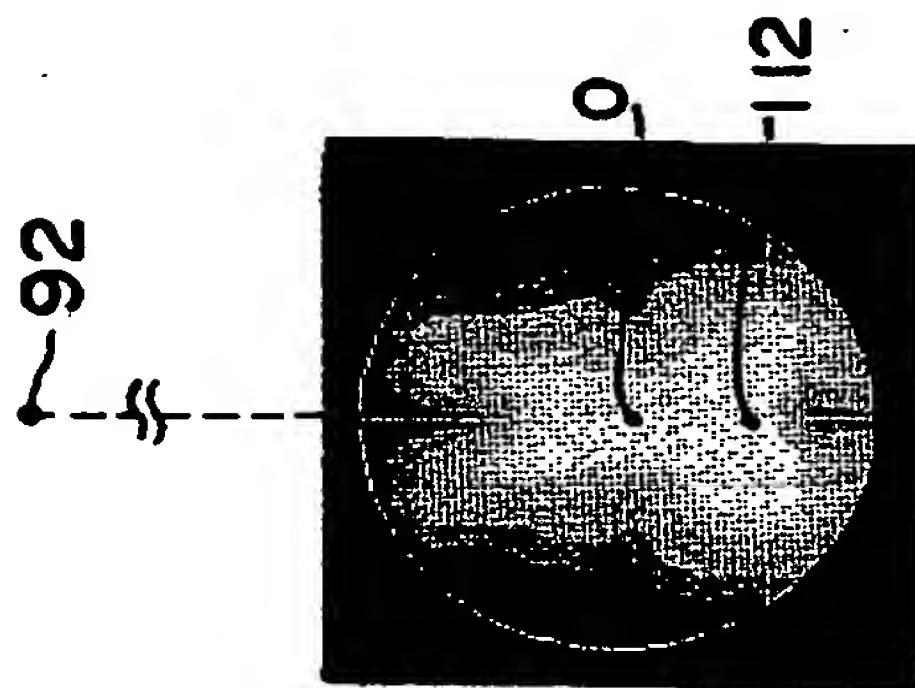
【图 7】

<4.5 Torr>



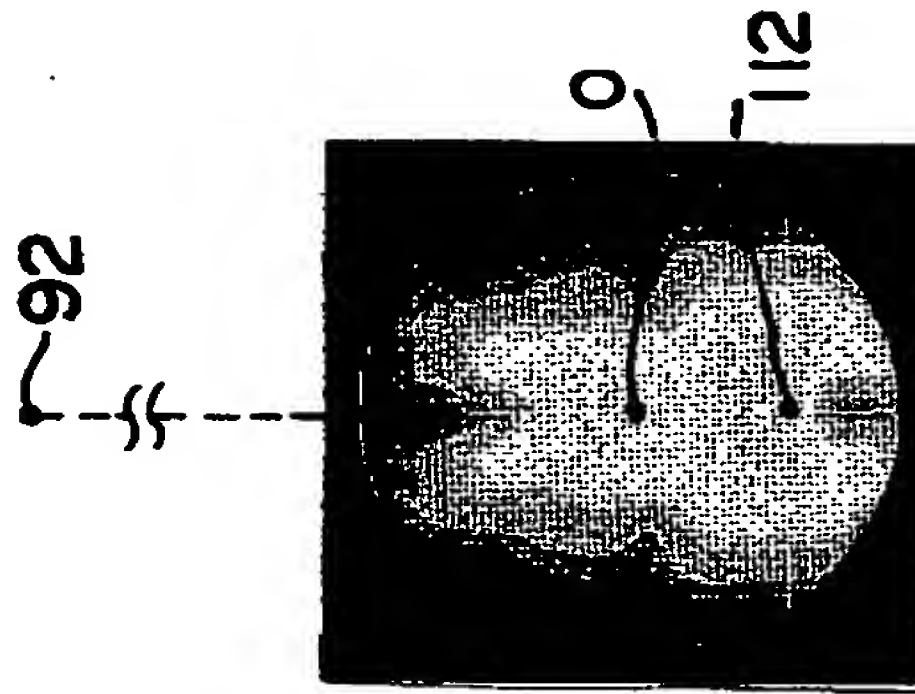
0.2 $\mu$ m

(A)



0.5 $\mu$ m

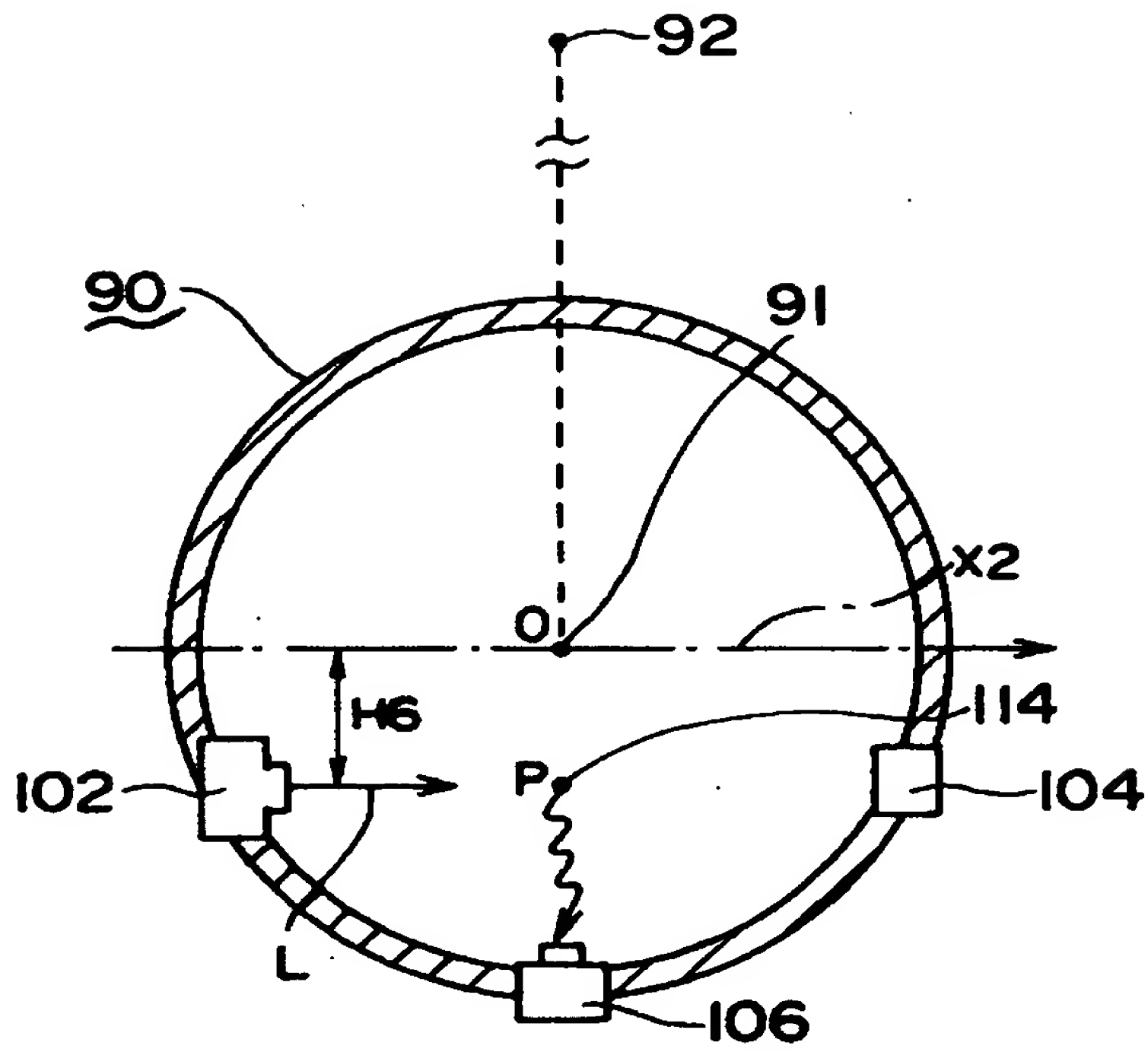
(B)



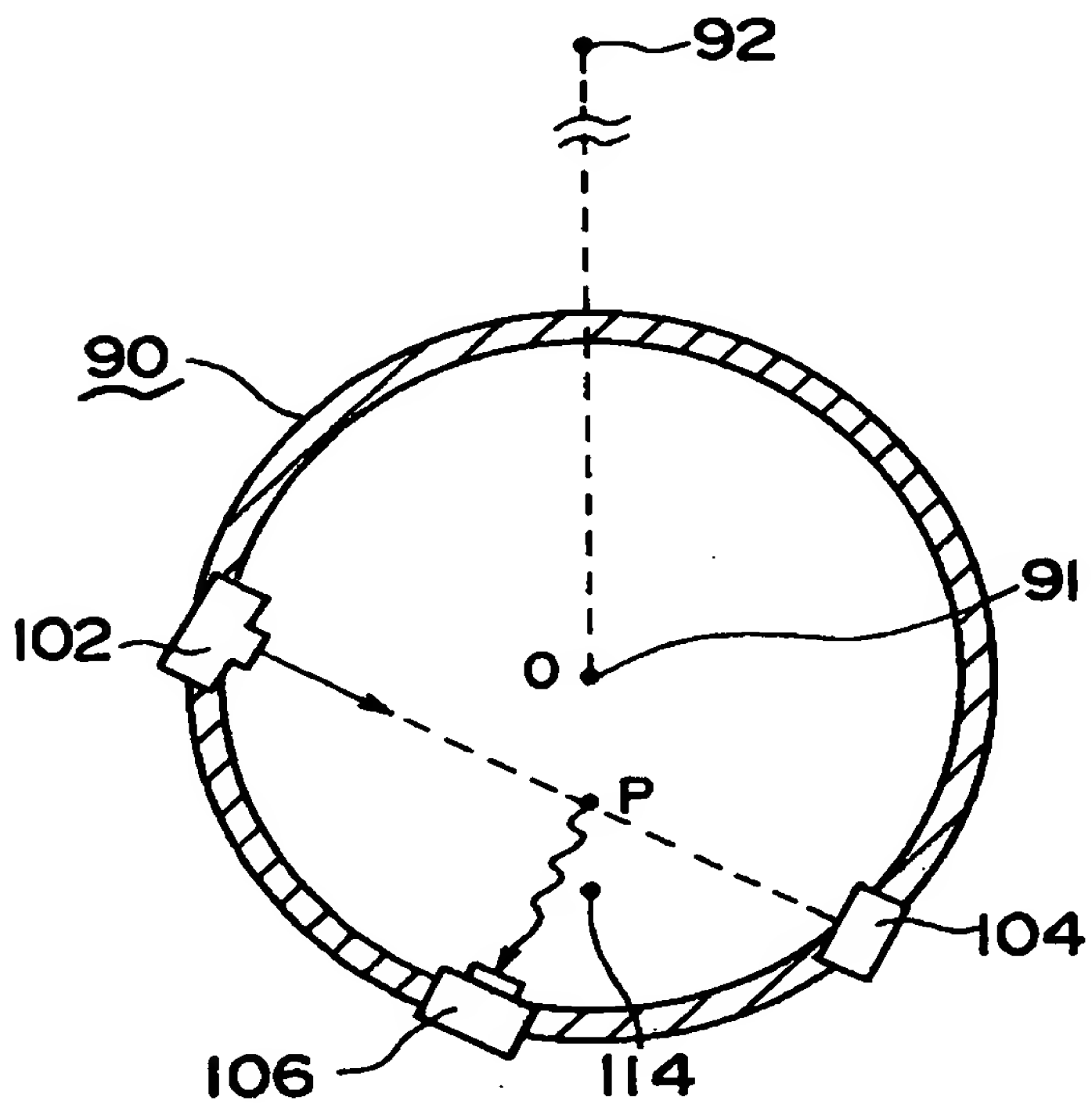
1.0 $\mu$ m

(C)

【図 8】

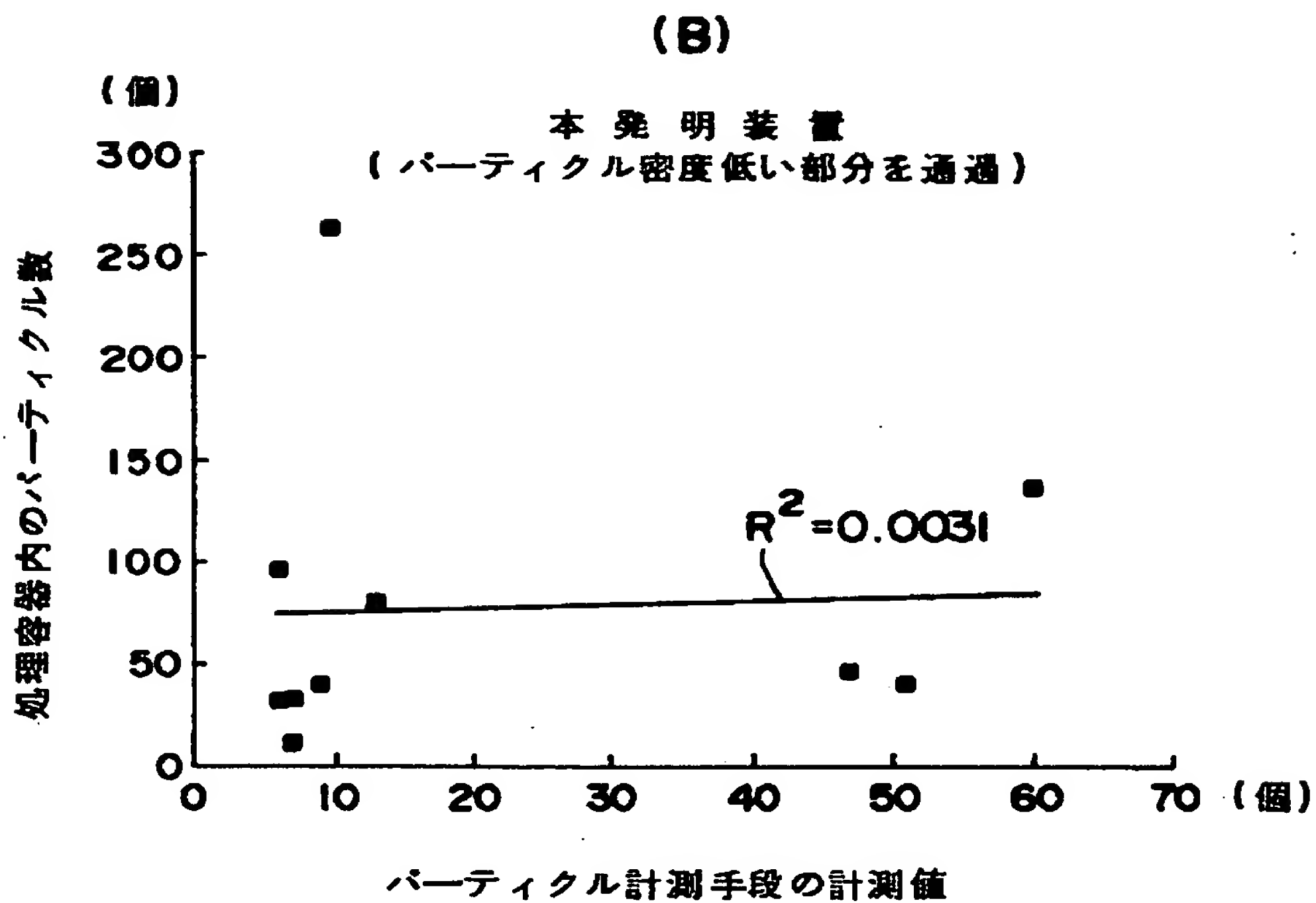
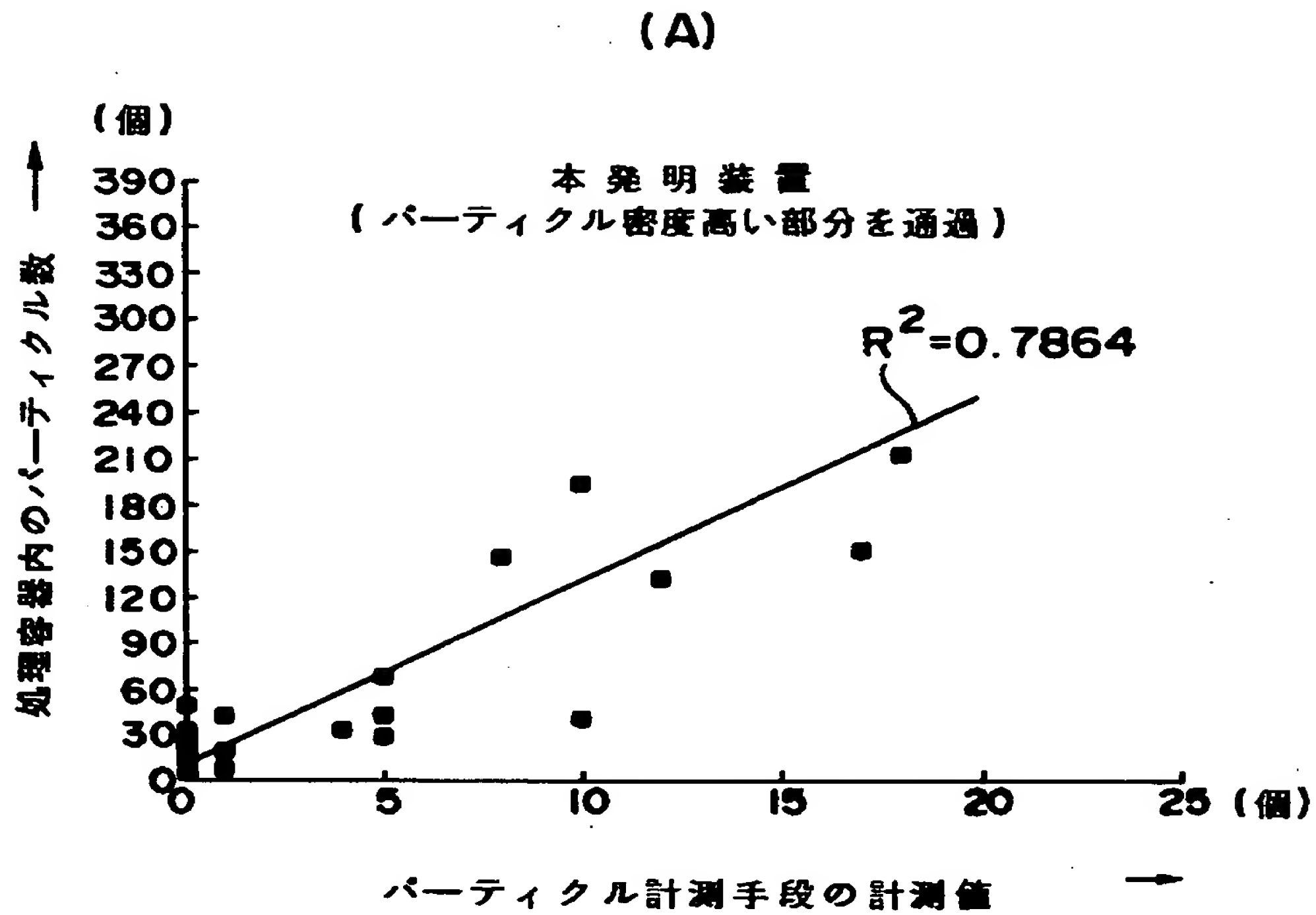


【図 9】

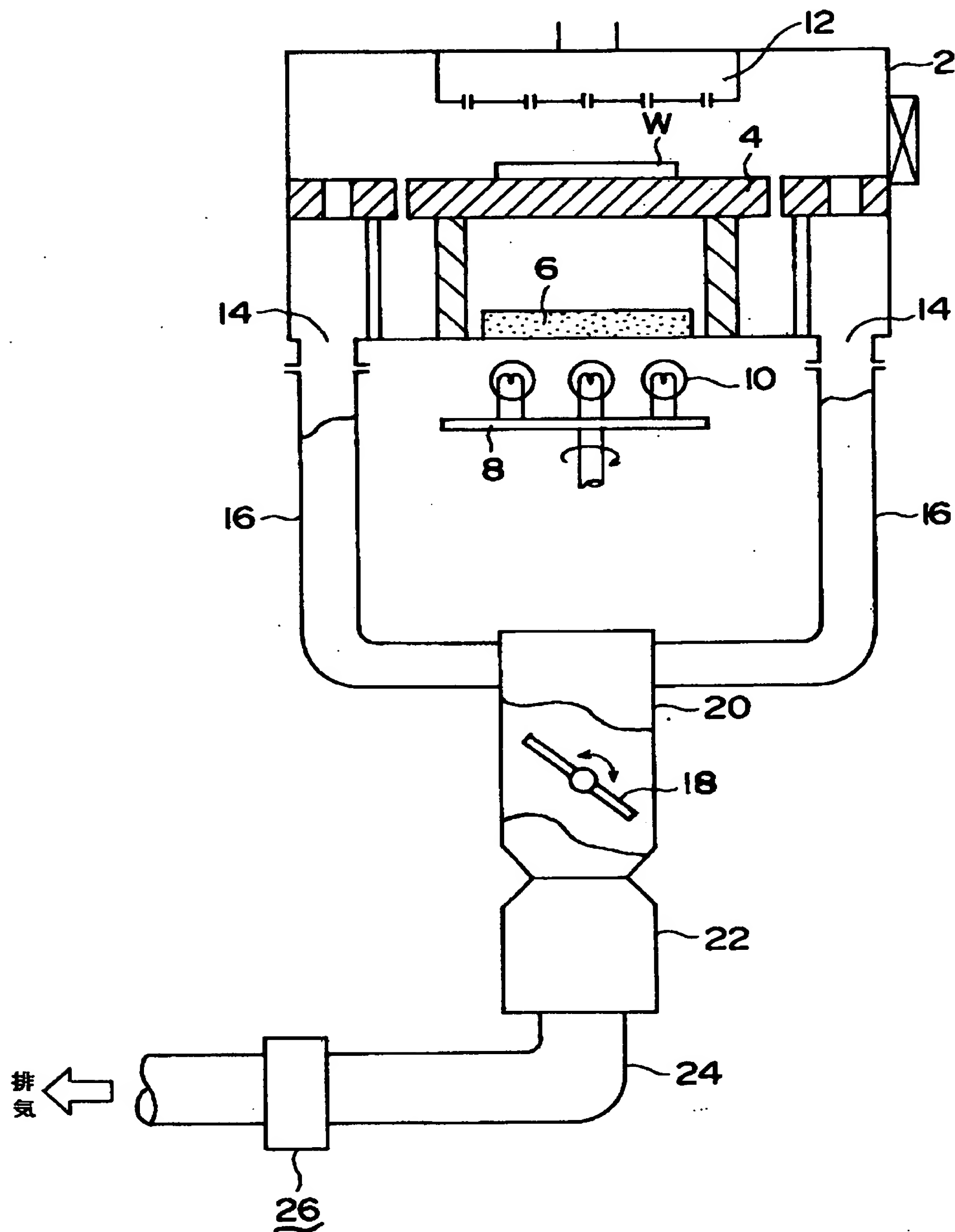




【図 10】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 処理容器内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることができる処理装置を提供する。

【解決手段】 被処理体Wに対して所定の処理を施す処理ユニット4 2と、この処理ユニットの処理容器内の雰囲気を真空ポンプ9 8により排気する排気系4 4と、排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測手段4 6とを有する処理装置において、前記パーティクル計測手段を、前記排気系の内の、前記処理容器4 8の排気口8 6と前記真空ポンプとを連絡する排気管9 0に設けるように構成する。これにより、処理容器内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることを可能とする。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 1 1 年 特許願 第 1 6 8 9 6 8 号
受付番号	5 9 9 0 0 5 7 1 2 9 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 1 年 6 月 1 7 日

<認定情報・付加情報>  
【提出日】

平成11年 6月15日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 4 年 9 月 5 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号
氏 名	東京エレクトロン株式会社